Joh. Holfert

Diss. Erlangen

1890

Die Nährschicht der Samenschalen.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen philosophischen Facultät der Königl. Friedrich-Alexander-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

BIBLIOTHEEK RIJKS UNIV. LEIDEN

Johannes Holfert
aus Dippoldiswalde in Sachsen.

Marburg.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1890.

(Separat-Abdruck aus »Flora oder allgemeine botanische Zeitung«. 1890. Heft 4.)

Seinen theuren Eltern

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545809_0148

Der Bau der Samenschalen, einzelner Arten sowohl, wie ganzer Gattungen, ist bereits häufig Gegenstand eingehender Untersuchung gewesen. Alle darauf bezüglichen Arbeiten jedoch, mögen dieselben monographischer Natur sein oder die Systematik einzelner Gattungen zum Zweck haben, oder mögen ihnen principielle Fragen zu Grunde liegen, sind im Wesentlichen rein anatomisch. Nur hier und da finden sich, besonders unter den Arbeiten der letzteren Art, Andeutungen über die Physiologie der Samenhülle. Dieselben sind im Verhältniss zu der übrigen, reichen Samen schalen-Litteratur jedoch nur spärlich zu nennen. Es kommen von diesen Notizen die in den Arbeiten von Marloth [1]), Tschirch [2]), Haberlandt [3]) enthaltenen Angaben allein in Betracht. Alles daselbst erwähnte jedoch bezieht sich auf die Funktion der Hartschichten (Sclereïdenschichten Tschirch).

Ueber die übrigen, dünnwandigen Gewebeparthieen der Samenschale sind zusammenhängende Untersuchungen überhaupt noch nicht vorgenommen worden. Wenngleich sich auch hierüber gelegentliche Bemerkungen allenthalben vorfinden, so hat man doch planmässig diese Gewebe auf ihre physiologische Bedeutung noch nicht studirt und alle später zu erwähnenden Bemerkungen in entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten sind nur gelegentliche. Die Bedeutung der im reifen Samen obliterirten oder nicht obliterirten, zartwandigen Gewebeelemente erwähnt erst Tschirch. Auch der Name »Nährschicht bez. Nährgewebe der Samenschalen« wurde diesem Gewebe von Tschirch gegeben. Derselbe sagt darüber [4]) folgendes:

»Wenn man Samen anatomisch untersucht, so findet man fast regelmässig, meist unter der sogenannten Hartschicht, d. h. der sclerenchymatischen Hülle, eine Zone, die in den Lehrbüchern als »collabirt, obliterirt« oder dergleichen beschrieben wird (Lupinus luteus). Diese Zone obliterirter Zellen ist aber nur im reifen Samen in diesem Zustande vorhanden, im unreifen Samen sind die Zellen ganz normal ausgebildet,

1) Marloth, Mechanische Schutzmittel der Samen. Engler's botan. Jahrb. 1883, IV. Bd., III. Heft.

2) Tschirch, Beitr. z. Kenntn. d. mech. Gew.-Systems. Pringheim's Jahrb. Bd. 16, S. 312.

3) Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie, S. 275. Leipzig 1884. — Haberlandt, Schutzeinrichtungen d. Entw. der Keimpflanze.

4) Tschirch, Angewandte Pflanzenanatomie S. 459. Wien 1889.

führen reichlich Wasser, Stärke, ja sogar Chlorophyllkörner. Diese Schicht, der ich den Namen »Wassergewebe« oder, da sie im unreifen Samen stets [1]) transitorische Stärke führt, »Nährschicht« gegeben habe, dient dazu, den reifenden Samen mit Wasser und Nährstoffen zu versorgen und seine völlige Entwicklung zu sichern. Sobald der Same reif geworden ist, fällt diese Schicht für gewöhnlich so stark zusammen, dass — wie beim Keratenchym — die Zelllumina nur als zarte Linien noch erkennbar sind. Bei Lupinus luteus, wo ich ihr Verhalten beim Reifen genau verfolgt habe, sinkt in Folge dessen die Dicke der Samenschale beim Reifen des Samens auf die Hälfte herab«.

Im Anschluss hieran ertheilte mir Herr Professor Tschirch die Aufgabe, einestheils über die Verbreitung der Nährschicht bei den Samenschalen einzelner Pflanzenfamilien Untersuchungen anzustellen und anderntheils an der Hand eines so gewonnenen, umfangreichen Materials die anatomischen Verhältnisse sowie die physiologische Bedeutung der Nährschicht weiter zu studiren.

Dass die Lösung meiner Aufgabe in dem gesteckten Rahmen nicht im Entferntesten erschöpfend sein kann, da ich nur die hauptsächlichsten Familien und aus diesen nur je einige, oder gar nur einen Vertreter heranziehen konnte, liegt auf der Hand; doch glaube ich, nichtsdestoweniger ein Bild zu geben, welches in Combination mit dem über Samenschalen der einzelnen Familien bereits Bekannten, Folgerungen auf verwandte Arten und selbst Gattungen in allgemeinen Umrissen nicht unberechtigt erscheinen lässt. Andrerseits jedoch enthalte ich mich, bezüglich der Verbreitung der Nährschicht, jeder Muthmassung und Verallgemeinerung, denn die Erfahrung hat gelehrt, dass der Bau der Samenschalen innerhalb einzelner Familien ein sehr verschiedener sein kann. Während bei manchen Familien (Papilonaceen, Dipsaceen, Compositen, Umbelliferen, Gramineen) ein allgemeiner Bauplan in allen untersuchten Fällen zur Erscheinung kommt, sind bei anderen die Verschiedenheiten so gross, (Rosaceae, Papaveraceae, Ranunculaceae) dass selbst von Andeutungen eines gemeinsamen Bauplanes nicht mehr die Rede sein kann.

Nächst der Verbreitung der Nährschicht interessiren zunächst Art und Wesen derselben und sodann die Fragen: Welche Aufgabe fällt dieser Schicht während der Entwicklung des Samens und welche Aufgabe nach der Reife desselben zu? sowie zweitens: Wodurch wird die Nährschicht bei denjenigen Samenschalen, denen sie mangelt, ersetzt, beziehentlich warum ist hier ihre Anwesenheit nicht nothwendig?

Beide Fragen werden durch eine grosse Anzahl von Nebenfragen complicirt, welche sich in logischer Folge aus den Hauptfragen entwickeln und ihre Beantwortung greift stellenweise ineinander.

1) Wir werden unten sehen, dass es einige wenige Ausnahmen giebt.

Die principielle Lösung dieser Fragen wird die Aufgabe des folgenden Allgemeinen Theiles meiner Arbeit sein. In dem zweiten Speciellen Theile finden sich dann die Belege dafür. Mit der im zweiten Theil enthaltenen Wiedergabe meiner Einzelbeobachtungen beantwortet sich gleichzeitig die Frage nach der Verbreitung der Nährschicht, soweit ich diese feststellte, von selbst.

Allgemeiner Theil.

Um in allen Punkten richtig verstanden zu werden, ist es nöthig, folgende Definition der Nährschicht vorauszuschicken.

»Die Nährschicht der Samenschalen ist ein (transitorisches) Speichergewebe und besteht aus Parenchymzellen, deren Inhalt während des Reifungsprocesses zu secundären Membranverdickungen anderer Gewebeparthien der Samenschale verbraucht wird. Die Nährschicht tritt in einer oder in zwei, durch Hartschichten getrennten Lagen auf. Im reifen Samen hat das Gewebe der Nährschicht seine Bestimmung erfüllt und ist meist ganz oder theilweise obliterirt«.

Ferner muss ich vorausschicken, dass meine Untersuchungen, hiervon ausgehend, folgende drei Typen ergaben, welche dem zweiten, Speciellen Theile zu Grunde gelegt sind.

Typus I. Es sind einerseits eine, beziehentlich mehrere Nährschichten und andererseits Zelllagen mit secundären Membranverdickungen (Hart- oder Schleimschichten oder starkwandige Zelllagen) vorhanden.

Typus II. Es ist eine Nährschicht vorhanden, dagegen fehlen Zelllagen mit secundären Membranverdickungen.

Typus III. An Stelle der Nährschicht ist ein nicht obliterirendes Parenchym vorhanden. Zelllagen mit secundären Membranverdickungen fehlen.

Die Erfahrung lehrte, dass in den weitaus meisten Fällen Typus I auftritt und zwar vertheilen sich die 174 untersuchten Samenschalen nach der Proportion: Typus I : II : III = 139 : 19 : 12, also rund etwa wie 14 : 2 : 1. Da die Wahl des Untersuchungsmaterials eine durchaus unbeeinflusste war, und nur von dem Bestreben geleitet wurde, die verschiedensten Familien heranzuziehen, da ferner aber von umfangreichen Familien auch eine entsprechende Anzahl Gattungen zur Verwendung kam, so steht zu erwarten, dass das hier gefundene Verhältniss auch annähernd das in der Natur thatsächlich obwaltende sein dürfte.

Beiläufig muss ich noch erwähnen, dass ich den Begriff »Samenschale« im entwicklungsgeschichtlichen Sinne gebrauche und darunter nur die

aus dem, bez. aus den Integumenten hervorgegangenen Schichten verstehe, nicht wie Marloth und Haberlandt, von denen Ersterer [1]) die Fruchtschalen der Caryopsen, Letzterer [2]) auch das Endosperm der Samen zur Samenschale rechnet.

Anatomisch richtig ist das Parenchym der Nährschicht zwar in den meisten entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten beschrieben worden, nicht so aber bei den Untersuchungen reifer Samen; denn wie schon Schleiden darauf hinwies, dass eine Beschreibung der fertigen Samenschalen bezw. deren einzelnen Schichten ohne Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte derselben eine unzulängliche sei [3]), so hat auch in der That die Nährschicht in allen Fällen, wo reife Samenschalen beschrieben wurden, eine falsche Beurtheilung erfahren. Zum Mindesten aber hat sie wegen ihrer unscheinbaren, oft ohne Quellungsmittel kaum erkennbaren Form, eine meist nur nebensächliche Berücksichtigung gefunden. Von entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten sind zu nennen diejenigen von Bachmann [4]), Lohde [5]), Fickel [6]), Haberlandt [7]), Röber [8]), Kudelka [9]), sowie auch ferner die von Uloth [10]) und Chatin [11]).

Beschreibungen reifer Samenschalen lieferten unter Anderen Harz [12]), Nobbe [13]), Chalon [14]), Schroeder [15]), Sempolowski [16]), Strandmark [17]). Ferner

---

1) Marloth, Ueber mechan. Schutzmittel d. Samen.

2) Haberlandt, Die Schutzeinr. in der Entwickl. der Keimpflanze. — Haberlandt, Ueber d. Entw.-Gesch. u. d. Bau der Samenschale bei Phaseolus.

3) Schleiden, Grdzge. d. wissensch. Botan. Leipzig 1850. S. 386.

4) Bachmann, Darstlg. der Entw.-Gesch. u. d. Baues d. Samensch. d. Scrofularineen. Halle 1881 und Nova acta der Kaiserl. Leop. Carol. Deutsch. Acad. d. Naturforsch. Bd. XLIII. No. 1.

5) Lohde, Ueb. d. Entw.-Gesch. u. d. Bau einiger Samensch. in: Schenk-Luerssen Mittheilungen. II. 1.

6) Fickel, Ueber die Entw.-Gesch. d. Samensch. einiger Cucurbitac. Bot. Ztg. 1876, S. 738.

7) Haberlandt, Ueb. d. Entw.-Gesch. u. d. Bau d. Samensch. bes. d. Gattung Phaseolus. Sitzber. d. Acad. d. Wissensch. Wien. Bd. LXXV. 1. Abth. 1877.

8) Röber, Ueb. d. Entw.-Gesch. u. d. Bau einiger Samensch.

9) Kudelka, Ueb. d. Entw.-Gesch. u. d. Bau der Frucht- u. Samensch. unserer Cerealien.

10) Uloth, Ueb. Pflanzenschleim u. s. Entst. i. d. Samenepid. v. Plantago maritima u. Lepidium sativum. Flora 1875.

11) Chatin, Etudes sur le développement de l'ovule et de la graine dans les Scrofularinées, les Solanées, les Borraginées et les Labiées. Annales des sciences natur. Ser. V. 1. 19. 1874.

12) Harz, Landwirthschaftliche Samenkunde.

13) Nobbe, Handbuch der Samenkunde.

14) Chalon, La graine des Légumineuses.

15) Schroeder, Landw. Versuchsstationen. Bd. XIV. S. 179.

16) Sempolowski, Landw. Jahrbücher des Preuss. Staats. Bd. III. 1874. S. 854.

17) Strandmark, Bidrag till kännedomen om fröskalets byggnad. Lund 1874.

finden sich Abbildungen in Tschirch's Anatomie und anderen Handbüchern.

Die Beschreibung der obliterirten Nährschicht ist in diesen Arbeiten, wie schon erwähnt, theilweise unzutreffend zu nennen. So bezeichnet beispielsweise Nobbe [1]) die obliterirte Nährschicht der Papilionaceen als »aus flachen, etwas schwellkräftigen, korkähnlich verzerrten Zellen« bestehend.

Harz nennt das obliterirte Gewebe theilweise »gequollenwandig«. Ich habe dies in den betreffenden Fällen unzutreffend gefunden und vermuthe, dass diese Täuschungen auf den Zusatz von Quellungsmitteln (Kalihydrat oder zuweilen schon Wasser) zurückzuführen sind.

Sempolowski behandelt die Nährschicht der Papilionaceen und Cruciferen sehr kurz. Er scheint derselben keinerlei Bedeutung zuzuschreiben und enthält sich jeder Vermuthung über deren physiologische Funktion.

Bachmann bezeichnet die Nährschicht im obliterirten Zustande in ihrer ganzen Mächtigkeit als eine »dünne Lamelle« und glaubt an ihre Resorption. An anderer Stelle [2]) nennt er sie (bei Rhinanthus) eine Lage mit paralleler Strichelung.

Auch physiologische Deutungen wurden, wie schon erwähnt, gelegentlich, meist anhangweise versucht. Als im Allgemeinen richtig sind darunter diejenigen von Lohde und Röber zu bezeichnen.

Lohde sagt am Schlusse seiner Arbeit: »Findet man in der reifen Samenschale Zelllagen, deren Beschaffenheit nicht auf einen physiologischen Zweck schliessen lässt, so sind es Ueberreste von Zellparthieen, welche durch die Produktion von Bildungsstoffen einen bedeutenden Antheil an denjenigen Theilen der Testa nahmen, welche für den reifen Samen so wichtig wurden. Sie bereiteten das, was die anderen Zellparthieen zum Besten des ganzen verwertheten«.

Röber äussert sich über die Nährschicht folgendermassen: »Auffallend ist die Erscheinung, dass alle mit homogenem Plasma erfüllte Zellen während den mittleren Entwicklungsstadien eine bedeutende Grösse erreichen, aber dünnwandig bleiben, oft bis zum Verschwinden zusammengepresst werden und überhaupt für den reifen Samen ohne Werth sind«.

Bachmann dagegen äussert sich am Schlusse seiner Arbeit (Ueber die Samenschalen der Scrofularineen), welche sich sonst durchaus im Rahmen dieser Ueberschrift hält, merkwürdigerweise folgendermassen: »Fast in jedem Samen, gleichviel aus welcher Familie er stammt, ist ein Theil des ehemaligen Gewebes des Integuments zu einer dünnen Lamelle zusammengepresst oder resorbirt worden. Der Zusammendrückung und Resorption seitens des Endosperms oder Embryos gehen allerlei Veränderungen in

1) a. a. O. S. 80.
2) a. a. O. S. 160.

dem betreffenden Gewebe voraus, welche unter dem Namen des Degenerationsprocesses zusammengefasst werden können. Derselbe besteht in einer allmählichen Abrundung der Zellen, womit das Auftreten von Intercellularräume zusammenhängt und in einem damit Schritt haltenden Verluste des Inhalts und schreitet stets centrifugal vorwärts, d. h. so, dass zuerst die innerste Schicht davon ergriffen wird und schon völlig zusammengepresst sein kann, während die Zellen der äusseren Lagen noch ihre geraden Conturen und all ihren Inhalt haben; denn diese werden zuletzt zusammengedrückt. Es verdient das umsomehr der Hervorhebung als es von manchem derjenigen Forscher, welche Samenschalen untersucht haben, gar nicht erwähnt worden ist, obwohl aus den Abbildungen, die sie ihren Schriften beigegeben haben, ersichtlich ist, dass sie den centrifugalen Fortschritt des Degenerationsprocesses wohl bemerkt haben«.

Auf die Wiederlegung dieses »Degenerationsprocesses« komme ich an anderer Stelle zurück.

Nach diesem historischen Exkurs komme ich nunmehr zu der Entwicklungsgeschichte der Nährschicht.

Das Gewebe der Nährschicht ist meist in einer oder mehreren Zellreihen, welche sich von den übrigen nach Form und Inhalt nicht unterscheiden, am Integumentartheile der unbefruchteten Samenknospe bereits vorhanden. In anderen Fällen entsteht es erst nach der Befruchtung durch tangentiale Theilungen aus Zellreihen, denen später eine andere Funktion zufällt. Fast in allen Fällen aber vermehrt sich die Anzahl ihrer Zellreihen nach der Befruchtung, und zwar zuweilen sehr bedeutend. So kommen bis dreissig Zellreihen vor bei Lupinus[1]) und Paeonia; andererseits aber besteht die Nährschicht aus nur zwei Zellreihen bei den Gramineen und der Mehrzahl der Umbelliferen, endlich aus einer einzigen Zellreihe bei Stellaria.

Das Gewebe der Nährschicht besteht, entsprechend seiner physiologischen Aufgabe, stets und ausnahmslos aus Parenchymzellen typischer Form, mit Intercellularen und dünnen unveränderten tüpfellosen Cellulosemembranen, welche eine rasche Füllung, bezüglich Entleerung durch Osmose ermöglichen. Die Zellen haben zur Zeit der Höhe ihrer Funktionsdauer einen deutlichen Zellkern und sind mit einem mehr oder weniger feinkörnigen Protoplasma erfüllt[2]).

Dasselbe enthält oft Chlorophyllkörner, welche theilweise im obliterirten Gewebe der reifen Samenschale als schwarzbräunliche Massen noch vorhanden sind (Cannabis, Lupinus, Brassica, Sinapis, Carum, Foeniculum, Cyclanthera, Cucurbita).

---

1) Fig. 1, 2, 3.

2) Fig. 1.

Sehr häufig ist das Auftreten von transitorischen Stärkekörnern, durch welche oft das Lumen bis zur völligen Verdrängung des plasmatischen Inhalts erfüllt wird (Cuscuta, Vincetoxicum, Linum).

In einigen Fällen hat die Bildung transitorischer Stärke bereits vor der Befruchtung begonnen (so bei Linaria, Triticum), in den meisten Fällen aber fällt der Beginn ihres Auftretens kürzere oder längere, zuweilen auch beträchtliche Zeit nach der Befruchtung.

Auch die Speicherungsdauer ist eine sehr verschiedene, indem, je nachdem der Ausbau der Hartschichten früher oder später stattfindet, die Entleerung eine raschere oder langsamere ist. Im reifen Samen ist das obliterirte Gewebe bis auf vereinzelte Chlorophyllkornreste völlig leer.

Die Grösse der Stärkekörner beträgt durchschnittlich 0,7 bis 17 μ. Am häufigsten vorkommende Werthe sind 2 bis 6 μ. Diese Grösse pflegen die Körner in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle zu haben, wo eine Nährschicht vorhanden ist. Wo mehrere Nährschichten vorliegen, sind die Stärkekörner der innersten meist am kleinsten; die äusseren sind grösser und haben Formen, welche man sonst bei transitorischer Stärke meist nicht, sondern nur bei Reservestärke anzutreffen gewöhnt ist.

So sind bei Linum die Stärkekörner der innersten Nährschicht 1 bis 2,7 μ gross, die der äusseren 3 bis 8 μ und die der Epidermis 6 bis 10 μ

Bei Cuscuta sind die Körner der Nährschicht sowohl wie die der Epidermis bis 17 μ gross. Die Körner sind in beiden Geweben einfach oder zu zweien und auch häufig zu dreien zusammengesetzt, ohne Schichtung, mit meist fehlender, doch wo vorhanden, spaltenförmiger Kernhöhle. Bei Cuscuta, wo der Stärkevorrath ein so ausserordentlicher ist, fand ich übrigens auch Stärkekörner noch vereinzelt in der obliterirten Nährschicht des reifen Samens. Es ist also hier der Fall eingetreten, wo die Zufuhr der Baustoffe etwas zu reichlich bemessen war.

In allen Fällen nimmt der Stärkegehalt von innen her ab, und in dem Maasse wie dieser Reservestoff einerseits verschwindet, wachsen die Membranverdickungen der Sclereïden- oder Schleimschichten. Die dieselben versorgende Nährschicht liegt meist in radialer Folge innerhalb der Orte des Verbrauchs und die Wanderung der Baustoffe entspricht in den meisten Fällen völlig der osmotischen Strömung, welche von dem an der Chalaza sich meist in die Samenschale verzweigenden Gefässbündel der Raphe in der Richtung der Längsachse der Samenknospe einmal und zweitens in radialer Richtung innerhalb der parenchymatischen Elemente stattfindet. Dem entsprechend wurden die ersten Stärkekörner stets in der Nähe der Chalaza wahrgenommen, von wo aus die Füllung der Zellen bis zur Mikropyle ringsum fortschreitet. Ausnahmslos auch konnte ich, wo Gefässbündel in der Samenschale vorkommen, die Nährschicht als die dieselben führende Schicht identificiren. Dass auch alle anderen,

nicht so deutlich wie Stärke in Erscheinung tretenden Stoffe den gleichen Weg verfolgen, steht ausser Zweifel.

Das Auftreten der Stärke ist in die Augen springend und weist am deutlichsten auf die physiologische Funktion der Nährschicht hin. Würden die peripherischen Sclereïdenreihen sofort zum Ausbau gelangen, so würde rückwirkend die Zufuhr weiteren Kohlehydrat-Materials abgeschnitten werden. Denn diese Zufuhr ist nicht allein durch den Wurzeldruck, sondern durch die Verdunstung der das Material herbeischaffenden Wassermenge andrerseits bedingt. Um diese nicht zu hemmen, finden die secundären Membranverdickungen der peripherischen Hartschichten und Schleimschichten erst dann statt, wenn das Material in unmittelbarer Nähe und in genügender Menge abgelagert ist. So gehört die Nährschicht in die Reihe der transitorischen Reservebehälter, wie die Wurzelknöllchen der Leguminosen und die Stärkescheide (Heine).

In den meisten Fällen ist es die secundäre unveränderte nicht quellende Membran der Sclereïden, welche in erster, zweiter, dritter oder vierter Schicht als Makro-, Brachy- und zuweilen Osteosclereïden [1]) einfach oder mehrreihig den Samen umschliessen oder die oft nur einseitig verdickte Epidermis, welche aus dem Kohlehydratmaterial der Nährschicht hervorgeht. In anderen, wenigen Fällen dagegen entsteht daraus die äusserst quellungsfähige Membran der Schleimepidermis [2]) (Linum, Sinapis und andere Cruciferen, Cydonia, Plantago, Cuscuta) oder anderer, innerer Schleimschichten (Berberis). Hier wird Stärke in grossen Mengen als Material zur Bildung der Schleimmembran herbeigeführt und ebenfalls eine geraume Zeit hindurch bis zum Verbrauch aufgespeichert. Diese Stärkekörner zeichnen sich, wie schon erwähnt, meist von denen der inneren Nährschichten durch auffallende Grösse aus (bei Linum bis 10 μ). Es liegen deshalb ausnahmslos unmittelbar unter den Schleimschichten mehr oder weniger mächtige Nährschichten. Dieselben obliteriren (Linum, Sinapis) oder verdicken ihre Wendungen und bleiben resistent (Cydonia).

Cramer [3]) hat deshalb gar nicht Unrecht, wenn er sagt, dass bei Linum die Stärkekörner sich in Schleim verwandeln, denn sie thun es thatsächlich, indem sie den Baustoff zur Schleimmembran der Epidermiszellen liefern, wie Frank [4]) und Hofmeister [5]) bereits bewiesen

1) Tschirch, Angew. Pflanzenanatomie. Wien 1889. S. 301. — Tschirch, Beitr. z. Kenntn. d. Mechan. Gewebesystems. Pringheim's Jahrb. Bd. 16.

2) Tschirch, Angew. Pflanzenanatomie. Wien 1889. S. 251.

3) Cramer, Ueber die Entstehung einiger Pflanzenschleime. Naegeli-Cramer, Pflanzenphysiologische Untersuchungen. Zürich 1855.

4) Frank, Ueber die anatomische Bedeutung und die Entstehung der vegetab. Schleime. Jahrb. f. wissensch. Botanik 1865. Bd. 5. S. 162.

5) Hofmeister, Ueb. die zu Gallerte aufquellende Membr. der Aussenfläche von Samen u. Pericarpien. Ber. d. K. Sächs. Ges. d. Wissensch. Leipzig 1858.

haben. Lohde's[1]) Vorwurf gegen Cramer ist deshalb durchaus ungerechtfertigt.

Die Entstehung der Schleimmembran bei Linum und Plantago wurde ausführlich bereits von Frank[2]) beschrieben. Der Vorgang ist der gleiche bei Sinapis und Cuscuta. Auch bei Cydonia fand Frank, dass Stärke theilweise das Material zur Bildung der Schleimmembranen abgebe. Wenn Frank meint, dass hier die Stärke der Epidermiszellen nur einen Theil des Schleimmembranmaterials liefere, so klärt sich die Sache dadurch, dass hier eine starke Nährschicht an die Epidermis angrenzt.

Ueberall, wo Stärke nicht wahrgenommen wurde, dagegen Hartschichten, beziehentlich secundäre Membranverdickung überhaupt, dennoch in der Samenschale auftreten, muss angenommen werden, dass das in löslicher Form herbeigeführte Cellulosematerial direct aus löslicher Form in secundäre Membran übergehe und nicht erst als transitorisches Reservematerial dem Auge zur Erscheinung komme. Zuweilen werden Vorrichtungen angetroffen, welche die Zufuhr weiteren Cellulosematerials trotz der verdunstungshemmenden Sclereïdenreihen ermöglichen, wie die Spaltöffnungen der Samenschalen von Viola, Canna.

Zu erforschen, welcher Art die lösliche Form des Cellulosematerials sei, ist hier natürlich ein sehr naheliegender Gedanke. Einen Aufschluss darüber auch nur mit einiger Sicherheit zu geben, war mir jedoch unmöglich, da ich ausschliesslich mit Alcoholmaterial arbeiten musste.

Auch fettes Oel gehört sehr häufig zu den transitorischen Inhaltsstoffen der Nährschicht-Zellen, und es steht ausser Zweifel, dass dasselbe Reservestoff ist.

Anders verhält es sich mit dem transitorischen Auftreten von Calciumoxalat, welches bei Lupinus und Nuphar beobachtet wurde. Das Vorkommen definitiv als Excret ausgeschiedener Calciumoxalatcrystalle oder Raphiden ist in den Samenschalen ausserordentlich häufig (so u. a. bei Phaseolus, Oenothera, Epilobium, Beta, Euphorbia, Viola, Reseda, Chelidonium). Die Crystalle liegen meist einzeln in Sclereïden, deren ganzes Lumen sie ausfüllen, die Raphiden meist in dünnwandigen Parenchymzellen. Ob das Calciumoxalat hier nur ein durchaus unnützes Exkret ist, oder nicht vielmehr zur Festigung und Erhöhung der Widerstandsfähigkeit des Samens beizutragen bestimmt sei, zumal häufig auch die Pallisadenschicht damit inkrustirt gefunden wird, ist eine schon häufig erörterte, hier nicht zu entscheidende Frage.

Ich komme auf das transitorische Vorkommen dieses Salzes innerhalb der Nährschicht zurück. Kohl's[3]) Hypothese angenommen, dass Kalk-

---

1) Lohde a. a. O. S. 6.

2) Frank a. a. O. S. 2 bis 5.

3) Kohl, Zur Kalkoxalatbildung in der Pflanze. Bot. Centralbl. Bd. 38. No. 2.

Glycose die lösliche Form des Cellulosematerials sei, würde die Anwesenheit von Kalk in der Nährschicht einerseits erklären. Die Beobachtung Wehmer's [1]) andererseits, nach welchem an Orten, wo ein lebhafter Verbrauch plastischer, besonders Stickstoffhaltiger Substanzen stattfindet, andauernde Oxalsäurebildung auftritt, lassen in der Nährschicht, wo diese Bedingungen gegeben sind, die Entstehung von Oxalsäure gleichfalls erklärlich erscheinen. Es wäre dann, wenn bei reichlicher Stärkebildung und gleichzeitigem Schwinden des Stickstoffhaltigen Plasmas in der Nährschicht Kalkoxalat transitorisch auftritt, eine Reaktion herbeigeführt, welche die Folge des Zusammentreffens von Säure und Base an Ort und Stelle ist. In den Fällen aber, wo das transitorische Auftreten von Calciumoxalat nicht in Crystallformen zur Erscheinung kommt, kann man annehmen, dass der Zeitpunkt der Entstehung von Säure und Base nicht in gleicher Weise coïncidirt, oder aber hinreichende Wassermengen das Salz noch gelöst nach den Orten der definitiven Ausscheidung befördern, welche meist die benachbarten peripherischen Sclereïdenreihen sind. Bei Lupinus luteus fällt das Auftreten der ersten Calciumoxalatcrystalltäfelchen beträchtlich vor die Halbreife der Samen und bald nach Erscheinen der ersten Stärkekörnchen. Die Crystalle wachsen dann schnell und fangen mit dem Verschwinden der Stärke an, corrodirt zu werden (Fig. 4. *a*, *b*, *c*, *d*), bis sie mit zunehmender Obliteration des Gewebes ganz verschwinden.

Die Art des Verschwindens der Calciumoxalatcrystalle stimmt im Allgemeinen mit den hierüber gemachten Beobachtungen überein. Tschirch [2]) beobachtete den Vorgang bei den Blättern der Begonien und in Aleuronkörnern, Frank [3]) in den Knollen von Orchis majalis, Van der Ploeg [4]) im Blatte von Vicia Faba, N. J. C. Müller [5]) in der Fichtenrinde, De Vries [6]) und Sorauer [7]) endlich in den Körnchenschläuchen der Kartoffelknollen.

Jedenfalls steht fest, dass das transitorische Vorkommen von Calciumoxalat in der Nährschicht eine erhebliche ernährungsphysiologische Bedeutung für die benachbarten Gewebepartien nicht hat, sondern eine mehr zufällige ist.

Die Obliteration der Nährschicht ist eine natürliche Folge des Umstandes, dass der auf Null herabsinkende hydrostatische Druck des Zellinhaltes der Nährschichtzellen von den mächtig anschwellenden Gewebe-

---

1) Wehmer, Das Calciumoxalat der oberird. Theile v. Crataeg. oxyacanth. L. i. Herbst u. Frühjahr. Ber. d. Bot. Ges. Bd. 7. 1889. Heft 5.

2) Tschirch, Ueber die Kalkoxalatcrystalle in den Aleuronkörnern d. Samen und ihre Funktion. Sitzungsber. d. Ges. d. naturf. Freunde. No. 4. 1887.

3) Frank, Pringsheims Jahrb. 5. S. 181.

4) Van d. Ploeg., Akad. Preisschrift. Leiden 1879.

5) N. J. C. Müller, Botan. Unters. 4. 1875.

6) De Vries, Landw. Jahrb. 10. S. 80 und 6. S. 648.

7) Sorauer, Annalen der preuss. Landwirthschaft 3. S. 156.

massen des Nucleartheiles einerseits und der durch Wasserabgabe sich zusammenziehenden Hartschicht andererseits überwunden wird. Das Nährgewebe wird nach Erfüllung seines Zweckes gegen die Wand der Hartschicht gedrückt. Welcher der beiden Kräfte in den einzelnen Fällen der Hauptantheil bei der Obliteration zuzuschreiben ist, ist schwer zu entscheiden. Durchschnittlich scheint die von innen nach aussen wirkende Kraft zu überwiegen.

Messungen an Lupinus luteus ergaben als Durchschnittszahlen von je zehn Samen gleicher Stadien folgende Resultate in Millimetern:

	Mittel aus Länge und Breite des Nucleartheiles.	Dicke der Schale.	Umfang des ganzen Samens.
Halbreif, vom Stock	3,3	1,1	17
Reif vom Stock, nicht getrocknet (Wachsreife)	6,1	0,4	22
Getrennt vom Stock ausgereift (Trockenreife)	5,7	0,2	16

Der Nucleartheil weist also während des Wachsthums von der Halbreife bis zur Wachsreife eine Zunahme von 2,8 mm auf, während gleichzeitig die Dicke der Samenschale sich um 0,7 mm verringert. Ursache davon ist die Obliteration, welche ausschliesslich durch centrifugalen Druck bewirkt wird, da der Umfang des ganzen Samens ja gleichfalls um 5 mm zugenommen hat. Die von diesem Stadium ab jedoch erfolgende weitere Reduction der Samenschalendicke um abermals 0,2 mm ist allein auf Rechnung des centripetalen Druckes der austrocknenden Hartschichten zu setzen, da der Umfang des ganzen Samens sich sogar noch weiter als bis zu den Dimensionen des halbreifen Samens verringert hat, während der Nucleartheil selbst um 0,4 mm in seiner Ausdehnung reducirt wird, also selbst dem centripetalen Drucke nachgiebt.

Die Reduction des Durchmessers der Samenschale von der Halbreife bis zur Wachsreife ist ein physiologischer Vorgang, diejenige von der Wachsreife bis zur Trockenreife jedoch ein vorwiegend mechanischer. Die Kraftäusserungen beider stehen im geraden Verhältniss der Differenzen der Samenschalendurchmesser, verhalten sich also, wenn numerische Vergleiche zulässig wären, wie 0,7 zu 0,2 oder wie 3,5 zu 1, ungerechnet der Reduction, welche der Nucleartheil selbst im zweiten Stadium erleidet.

Bei Paeonia officinalis reducirt sich unter gleichen Verhältnissen die Samenschale von 1,5 auf 0,3 mm, also um $^4/_5$ ihrer eigenen Stärke.

Hieraus geht nun auch hervor, dass an allen den Stellen, auf welche ein radialer Druck von innen oder aussen nicht ausgeübt wird, die Nährschicht nicht obliterirt, sondern nach ihrer Aufsaugung luftführend bestehen bleiben muss, oder Obliteration nur in den inneren Reihen eintritt, wenn innerer (centrifugaler) Druck allein vorhanden ist. Dieser Fall hat

statt an den Schmalseiten aller Samen von platter Form (Capsicum, Lycopersicum, Cucurbita, Cyclanthera, Vincetoxicum), in den Flügeln der geflügelten Samen (Scrofularineen) und oft an gerippten oder behöckerten Samen (Oenothera, Convolvulus). Desgleichen pflegt das Gewebe der Nährschicht in der Gegend der Chalaza nicht obliterirte Form zu besitzen und zwar bei den Papilionaceen und anderen Samen anatroper und campylotroper Form.

Aber auch in ihrem ganzen Umfange bleibt die Nährschicht zuweilen, ohne zusammengedrückt zu werden, bestehen und das Parenchym zeigt noch im Zustande der Samenreife seine ursprüngliche Form (viele Caryophyllaceen, Mirabilis, Ruta, Viola). In anderen Fällen erstarken die Wandungen ihrer Zellen selbst dermassen, dass eine Obliteration unmöglich ist (Gaultheria).

Nicht immer jedoch liegt die Nährschicht innerhalb der Hartschicht. Sie liegt ausserhalb derselben bei Beta, Acer und den Gramineen. Ihre Obliteration erfolgt in diesen Fällen durch Druck gegen die Fruchtschale.

Die Form der obliterirenden Parenchymzellen der Nährschicht ist in der Regel dieselbe wie sie Haberlandt[1]) am Wassergewebe des Blattes von Peperomia trichocarpa abbildet. Die Radialwände verbiegen oder knicken sich bei beginnender Obliteration zuerst knieförmig ein, während die Tangentialwände gespannt bleiben, seltener gleichfalls wellige Verbiegungen erleiden. Ein dementsprechendes ist das Bild der obliterirten Nährschicht in der reifen Samenschale. Hier sind die einzelnen Zellen in den meisten Fällen ohne Weiteres nicht zu erkennen. Häufig erst nach Anwendung von Quellungsmitteln werden die Conturen von Zellwänden bemerkbar, und dieser Umstand hat zu den oben erwähnten Irrthümern bei der Beschreibung reifer Samenschalen geführt. Auch Harz hat sich, wie schon erwähnt, dadurch verleiten lassen, stellenweise die Nährschicht als »gequollenwandig« zu bezeichnen.

In allen, auch den sorgfältigsten und detaillirtesten Zeichnungen wurde die Nährschicht auch mehr oder weniger schematisirt. Am weitesten ist in diesem Punkte entschieden Harz gegangen, dessen Untersuchungen des gesammten landwirthschaftlichen Samenmaterials sonst mit Sorgfalt ausgeführt sind; den Vorwurf einer zu starken Schematisirung aller seiner Zeichnungen und bei diesen nicht zum Mindesten der stiefmütterlich behandelten Nährschicht kann ich dem genannten Autor jedoch nicht ersparen.

Ich habe die obliterirte Nährschicht verschiedener Samen sorgfältig mit der Camera aufgenommen und am obliterirenden Samen die Uebergangsformen durch Nachzeichnen genau studirt. Ich habe dabei gefunden,

1) Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanatomie, Leipzig 1884, S. 270.

dass die Knickung oder Stauchung der Radialwände den Lumina eigenthümliche zugespitzte Formen verleiht. Die Formen selbst sind schwer zu beschreiben. Ihr Bild erhellt aus den Abbildungen von Lupinus, Linum, Berberis, Lycopersicum. Nur in den Fällen, wo die Parenchymzellen der Nährschicht nicht parallelepipedische Form besitzen, sondern in tangentialer Richtung zugespitzt sind (Victoria regia) ist die Form der Lumina im obliterirten Zustande eine strichförmige, ohne bizarre Zuspitzungen, da eigentliche radiale Querwände hier nicht vorhanden sind (vgl. Fig. 12 u. 13). In diesem Falle treten auch wellige Verbiegungen in der obliterirten Nährschicht, sowie stellenweise Zerreissungen auf.

Eine Resorption der Nährschicht, welche von Bechmann und Kudelka behauptet wird, erwies sich in allen Fällen als eine Täuschung. Es gibt keinen Fall, wo es mir nicht gelungen wäre, auch am vollreifen Samen die strichförmigen Lumina der obliterirten Nährschicht zu erkennen (eventuell auf Zusatz von Aetzkali), und wenn auch ohne Weiteres die Anzahl der Schichten nicht numerisch nachweisbar war, so stimmte doch die Gesammtstärke der obliterirten Schicht mit dem Product der durchschnittlichen Anzahl der im unreifen Zustande beobachteten Zellreihen und der doppelten Dicke der Einzelwandungen ohne wesentliche Abweichungen überein. Gleichzeitig ist dies ein Beweis, dass Quellungen der Membran ebenfalls ausgeschlossen sind.

Dass die Obliteration der Nährschicht in toto die Widerstandsfähigkeit der Samenschale rein mechanisch erhöht, liegt auf der Hand. Sie wirkt, um einen technischen Vergleich heranzuziehen, wie eine aus mehreren Lagen gepresste Pappkugel.

So wird die Nährschicht der Samenschalen auch nach Beendigung ihrer eigentlichen Funktionsdauer zum Nutzen des Samens verwerthet.

Specieller Theil.

Typus I.

Vorhandensein einer oder mehrerer Nährschichten einerseits und Hart- bezw. Schleimschichten oder einer starkwandigen Epidermis andrerseits.

Aus der Familie der ***Papilionaceae*** wurden die Samen von zwanzig Arten untersucht und sämmtlich als diesem Typus angehörig befunden. Die beiden äusseren Schichten der Samenschale zeigen überall im Princip grosse Uebereinstimmung. Die Nährschicht ist stets die dritte Schicht und zeichnet sich durchweg durch ausserordentliche Mächtigkeit aus. Meist obliterirt der äussere Theil derselben nicht, sondern wird starkwandig. Auch verzweigen sich die äusseren, sowie die innersten Parenchymzellen einiger Arten mehr oder weniger stark, sodass dann die

Nährschicht selbst wiederum aus drei Schichten besteht, deren mittelste am stärksten obliterirt ist und die Gefässbündel führt (Phaseolus).[1])

Der anatomische Bau der untersuchten Arten ist folgender:

Lupinus luteus L. (Fig. 1. 2. 3. 4.)

I. Palissadenreihe von Makrosclereïden mit knapp unter der Cuticula verlaufender Lichtlinie. Stellenweise farblos, stellenweise mit dunklem Inhalt, die Marmorirung der Samen bewirkend. Lumen in der untern Hälfte knieförmig gebogen.

II. Osteosclereïden, mässig, aber gleichartig verdickt mit ziemlich weitem Lumen und weiten Intercellularen.

III. Nährschicht[2]) aus 18 bis 30 Zellreihen bestehend, ausser den 3 bis 6 äussersten Reihen stark collabirt. Die Zellen der Nährschicht führen während des Reifungsprocesses reichlich transitorische Säcke und transitorisches Calciumoxalat.

Lupinus albus L.

I. Palissadenzellreihe mit peripherischer Lichtlinie.

II. Osteosclereïdenreihe mit weiten Intercellularen.

III. Nährschicht wie bei L. luteus.

Lupinus hirsutus L.

I. Aeusserst starke Palissadenzellreihe mit zwei Lichtlinien. Die einzelnen Sclereïden zu Bündeln vereinigt und eingeschrumpft. Die Epidermis zerrissen.

II. Osteosclereïdenreihe.

III. Nährschicht wie bei L. luteus.

Die Samen nachgenannter Arten fand ich, theilweise übereinstimmend mit Harz, im Bau der beiden äusseren Testa-Schichten nur unwesentlich von Lupinus abweichend. Bezüglich der Nährschicht ist folgendes zu erwähnen.

Genista tinctoria L.

Nährschicht 5 bis 10 Reihen, obliterirt.

Anthyllis vulneraria L.

Nährschicht 12 bis 16 Reihen, obliterirt.

Trifolium pratense L.

Nährschicht 5 bis 8 Reihen, obliterirt.

Ornithopus sativus L.

Nährschicht 3 bis 6 Reihen, obliterirt.

---

1) Auf den charakteristischen Bau der Samenschale bei der Gattung Phaseolus wies erst Haberlandt in »Entwgesch. u. Bau d. Samensch. b. d. Gattung Phaseolus« hin. Von Sempolowski (s. später) wurden diese Verhältnisse übersehen.

2) Der Nährschicht bei Lupinus luteus thut Harz, dessen Beschreibungen sonst so genau sind, eigenthümlicherweise gar nicht Erwähnung. — Bei Ulex Europaeus erwähnt er sie gleichfalls nicht.

Onobrychis sativa Lam.
Nährschicht 16 bis 20 Reihen, stark obliterirt.
Cytisus Laburnum L.
Nährschicht 12 bis 16 Reihen, zeitig obliterirend.
Robinia Pseudacacia L.
Nährschicht ebenso.
Melilotus officinalis L.
Nährschicht 4 bis 8 Reihen, deren äusserste nicht obliteriren.
Medicago lupulina L.
Nährschicht 3 bis 6 Reihen, obliterirt [1]).
Trigonella faenum Graecum L.
Nährschicht ebenso.
Lotus corniculatus L.
Nährschicht ebenso.
Tetragonolobus purpureus Moench.
Nährschicht 12 bis 15 Reihen, deren äusserste nicht obliteriren.
Galega officinalis L.
Nährschicht 4 bis 8 Reihen, obliterirt.
Astragalus glycyphyllus L.
Nährschicht ebenso.
Pisum sativum L.
Nährschicht 12 bis 20 Reihen, obliterirt.
Vicia faba L.
Nährschicht ebenso [2]).
Lathyrus pratensis L.
Nährschicht ebenso.
Abweichend ist der Bau der Samenschale bei
Phaseolus multiflorus L.

In der Nährschicht finden sich mit röthlichem Inhalte ganz erfüllte Zellen während der späteren Entwicklungsstadien. Im Reifezustand ist der Inhalt noch vorhanden und dunkelbraun. Die einzelnen Schichten sind:

I. Palissadenschicht.
II. Osteosclereïden mit Calciumoxalatcrystallen.
III. Sternparenchym, nicht obliterirend, starkwandig.
IV. Obliterirte Nährschicht mit den Gefässbündeln.
V. Obliterirtes Sternparenchym, zartwandig, Zellen verfilzt.

Ebenso ist der Bau der Samenschale bei
Physostigma venenosum Balf.

---

1) Hier hat Sempolowski die Ueberreste des Endosperms für Theile der Samenschale gehalten.

2) Hier begingen Sempolowski und ebenso Beck den gleichen Irrthum, während schon Schleiden und später Chalon die Verhältnisse richtig beschrieben haben.

Cicer arietinum L.
Soja hispida Moench.

Aus der Familie der ***Amygdalaceae*** wurde nur

Prunus domestica L. (Fig. 5. 6) im reifen Zustande untersucht. Die Samenschale zeigt eine Nährschicht von etwa 12 Reihen obliterirtem Parenchym, welches sich um die intact gebliebenen tangential oblongen Gefässbündel herumlegt. Auch die Epidermis ist obliterirt bis auf einige papillenartig ausgestülpte verholzte Zellen derselben.

Während die herangezogenen Vertreter der übrigen Rosifloren-Familien sich dem Typus II und III anschliessen, gehört hierher noch

Cydonia vulgaris Pers. aus der Familie der ***Pomaceae.*** Die Samenschale besteht aus folgenden Schichten:

I. Schleimepidermis.

II. Pigmentschicht aus 4 bis 6 Reihen starkwandigen Parenchyms mit körnigem Inhalt.

III. Nährschicht, 4 bis 8reihig, obliterirt. Im unreifen Zustande sind alle Schichten mit feinkörniger Stärke erfüllt.

Einen weniger einfachen Bau zeigen die Samenschalen der untersuchten ***Onagraceae.*** Beide untersuchten Species zeigen eine mächtige Nährschicht.

Oenothera biennis L.

Die einzelnen Schichten sind folgende:

I. Epidermis grosser isodiametrischer Zellen mit nach aussen gewölbten Wandungen. Normal cuticularisirt, äussere Membran fein granulirt.

II. Isodiametrisches oder schwach gestrecktes, netzig getüpfeltes Parenchym mit bräunlichen Wandungen. Inhalt vereinzelte Crystalle oxalsauren Kalkes. Wo diese Schicht mächtiger ist und ihre Zellen radial gestellt sind, werden die kantigen Conturen der Samenschale dadurch verursacht.

III. Mässig verdickte, nach der Peripherie oft zugespitzte länglich walzige Parenchymzellen, welche dicht mit Kalkoxalatcrystallen erfüllt sind.

IV. Auf dem Querschnitt quadratische, in der Längsachse des Samens verlaufende Prosenchymzellen mit engem Lumen.

V. Gleiche, zartwandigere Schicht.

VI. Nährschicht, obliterirt, 6 bis 8reihig.

Epilobium angustifolium L.

Die einzelnen Schichten sind folgende:

I. Epidermis geschrumpfter, tangential gestreckter Zellen, einzelne zu stumpfen Trichomen mit engem Lumen ausgewachsen.

II. Eine Reihe grosser, zartwandiger Zellen, einzelne dicht mit Raphiden gefüllt.

III. Eine Reihe kleiner Zellen mit deutlichen Kalkoxalatcrystallen.

IV. Eine Reihe starkwandiges Prosenchym, auf dem Querschnitte fast quadratisch.

V. Nährschicht, obliterirt, 8 bis 10 reihig.

Eine ausserordentliche Uebereinstimmung im Bau der übrigens sehr einfachen Samenschale zeigen alle untersuchten Samen der ***Umbelliferae.***

Die mit der Frucht verwachsenen Samenschalen dieser Familie wurden in allen Fällen übereinstimmend aus zwei Schichten bestehend gefunden:

I. Epidermis mehr oder weniger obliterirter parenchymatischer, tangential gestreckter Zellen mit wenig verdickter Aussenwand.

II. Nährschicht aus 2 bis 8 Reihen total obliterirtem Parenchym mit bräunlichen Wandungen bestehend und Gefässbündel führend. In der Nähe der Raphe ist die Nährschicht stärker entwickelt und nicht obliterirt.

Von diesem Bau wurde die Samenschale gefunden, zum grossen Theil übereinstimmend mit Harz, bei:

Anethum graveolens L.
Angelica silvestris L.
Aegopodium Podagraria L.
Aethusa Cynapium L.
Apium graveolens L.
Apium Petroselinum L.
Carum Carvi L.
Cicuta virosa L.
Cuminum Cyminum L.
Daucus Carota L.
Foeniculum capillaceum Gilib.
Heracleum Sphondylium L.
Oenanthe Phellandrium Lam.
Pastinaca sativa L.
Pimpinella magna L.
Pimpinella Saxifraga L.
Pimpinella Anisum L.
Ptychotis Adjovan DC.
Anthriscus Cerefolium Hoffm.
Anthriscus silvestris Hoffm.
Anthriscus vulgaris Pers.
Chaerophyllum aureum L.
Chaerophyllum bulbosum L.
Chaerophyllum temulum L.
Conium maculatum L.
Coriandrum sativum L.

Von der Familie der ***Portulaccaceae*** wurde

Portulacca oleracea L. untersucht.

Die einzelnen Schichten sind:

I. Epidermis radial gestellter Zellen mit stark verdickter Aussenmembran.

II. Nährschicht, obliterirt, aus 3 bis 4 Reihen bestehend.

Stärke tritt während der Entwicklung im Nährgewebe in reichlicher Menge auf.

Die herangezogenen ***Caryophyllaceae*** zeichnen sich sämmtlich durch unförmlich verdickte Epidermiszellen aus. Die Nährschicht ist von sehr verschiedener Mächtigkeit.

Stellaria nemorum L.

Die reife Samenschale besteht hier nur aus drei Schichten:

I. Epidermis sehr verschieden gestalteter und verschieden grosser, mässig verdickter, oft keulenförmig ausgebauchter Zellen. Mit welliger Cuticula versehen; stellenweise noch geschrumpftes Protoplasma vorhanden.

II. Pigmentschicht ziemlich regelmässiger, tangential gestreckter Zellen mit bräunlichem Inhalt.

III. Eine Schicht nach innen ausgebauchter länglicher, parenchymatischer Zellen ohne Inhalt. Diese Zellreihe muss als Nährschicht angesprochen werden.

Die Dicke aller Wandungen beträgt 2 bis 3 μ.

Agrostemma Githago L.

I. Epidermis stark und unförmlich verdickter, nur an der Innenmembran dünnwandiger, flaschenförmiger brauner Sclereïden mit dunklem körnigen Inhalt und warzenförmig behöckerter Cuticula.

II. Nährschicht, obliterirt, 5 bis 8 Zellreihen.

Silene inflata Smith ebenso.

Saponaria officinal. L. ebenso, nur Epidermiszellen weniger unförmlich.

Dianthus Carthusianorum L. ebenso.

Auch im Bau der Samenschale scheint die den Caryophyllaceae nahe verwandte Familie der ***Paronychieae*** ziemliche Uebereinstimmung mit jener zu zeigen. So ist der Bau der Samenschale bei

Spergula arvensis L. folgender:

I. Epidermis unförmlich und stark verdickter, stellenweise zu starkwandigen Keulenhaaren ausgewachsener Zellen mit warzenförmigen Erhöhungen der Aussenmembran.

II. Nährschicht, bräunlich, obliterirt.

III. Auf dem Querschnitt quadratische, farblose, getüpfelte Zellen mit bräunlichem Inhalt.

Aus der Familie der ***Phytolaccaceae*** wurde

Phytolacca decandra L. untersucht.

Die Schichten sind folgende[1]):

I. Palissadenzellschicht, stark cuticularisirt, braunwandig, mit stark verdickter Aussenmembran.

II. 2 bis 6 Reihen Parenchym mit körnigem Inhalt.

III. Eine bis zwei Reihen auf dem Querschnitt kubischer Zellen.

Auftreten transitorischer Stärke wurde in den zur Verfügung stehenden Entwicklungsstadien nicht beobachtet.

Aus der Familie der ***Chenopodiaceae*** wurde

Beta vulgaris L. untersucht.

Die Schichten der Samenschale sind folgende:

I. Epidermis kleiner, dünnwandiger, fast isodiametrischer Zellen.

II. 4 bis 6 Reihen nach innen grösser werdender dünnwandiger Parenchymzellen. Diese Schicht ist als Nährschicht anzusehen.

III. 2 bis 4 Reihen Parenchymzellen mit verdickten, getüpfelten Wandungen.

IV. Eine starke Sclereïdenschicht mit geraden Tüpfeln und verschwindend kleinem Lumen, vereinzelt mit Crystallen oxalsauren Kalkes ausgefüllt.

Aus der Familie der ***Nyctagineae*** wurde die Samenschale von

Mirabilis Jalappa L. (Fig. 7) untersucht und zeigte folgenden Bau:

I. Inhaltlose, stellenweise bis zum Verschwinden des Lumens zusammengepresste, schwach cuticularisirte Epidermiszellen.

II. Eine Reihe tangential gestreckter, auf dem Querschnitt rechteckiger oder schwach tonnenförmig ausgebauchter Zellen mit mässig verdickten Wandungen.

III. Nährschicht von 6 bis 10 Reihen inhaltfreiem Parenchym mit geschrumpften Wandungen, von gedrückter Form.

Im jugendlichen Zustande enthalten die Zellen aller Schichten im Plasma eingebettet 2 bis 6 μ grosse Stärkekörner, welche oft das halbe Zelllumen erfüllen.

Aus der Familie der ***Polygoneae*** gelangte zur Untersuchung:

Fragopyrum esculentum Moench.

Die Schichten der Samenschale sind folgende:

I. Eine Reihe mässig starkwandiger grosser Epidermiszellen.

II. Nährschicht, 1 bis 3reihig, obliterirt.

In jungen Stadien wurden diese Zellreihen nicht mit Stärke erfüllt angetroffen, wohl aber mit körnigem plasmatischem Inhalte.

---

1) Mit Harz stimme ich in der Beschreibung dieser Samenschale nicht überein.

Die Samenschale tritt hier in Mächtigkeit sowohl wie in Festigkeit zurück, weil der Same in der Fruchtschale eingeschlossen bleibt, und letztere somit den Schutz nach aussen versieht.

Die Samenschalen der untersuchten ***Malvaceae*** zeigen im Typus wesentliche Uebereinstimmung.

Malva borealis Wallm.

I. Epidermis kubischer bis parallelepipedischer Zellen mit nicht ausgewölbten und wenig verdickten Wänden.

II. Dünnwandige, parallelepipedische Parenchymzellen, tangential gestreckt.

III. Palissadenzellen; Lumen beiderseits zugespitzt, im äusseren Drittel liegend.

IV. Nährschicht aus etwa 6 Reihen Parenchymzellen mit gelblichem Inhalt; von innen nach aussen an Intensität der Zusammenpressung abnehmend; innerste Reihen total obliterirt.

Im jugendlichen Zustande, wo alle Elemente noch zartwandig sind, enthalten dieselben reichlich 1 bis 3 μ grosse Stärkekörner.

Gossypium herbaceum L.

I. Epidermiszellen mit bräunlichem Inhalt.

II. 6 bis 9 Reihen tafelförmiger Parenchymzellen, gleichmässig mit tiefbraunem Inhalt erfüllt.

III. 1 bis 2 Reihen kubischer bis tafelförmiger Zellen mit feinkörnigem farblosem Inhalt.

IV. Palissadenzellreihe.

V. Nährschicht, obliterirend, mehrere Reihen stark.

Althaea rosea Willd.

I. Kleinzellige Epidermis.

II. Einzellreihiges, tangential gestrecktes Parenchym.

III. Palissadenschicht mit Lichtlinie.

IV. Nährschicht, obliterirt, die äussersten Reihen noch theilweise mit bräunlichem Inhalt.

Althaea officinalis L. ebenso.

Aus der Familie der ***Linaceae*** gelangte zur Untersuchung:

Linum usitatissimum L. (Fig. 8. 9.)

Die Schichten der Samenschale sind folgende:

I. Epidermis eingetrockneter Schleimzellen, in Wasser aufgequollen auf dem Querschnitt quadratisch.

II. Nährschicht aus 3 bis 6 Reihen obliterirtem Parenchym; führt die Gefässbündel.

III. Sclereïden mit bräunlichen Wandungen.

IV. Eine Reihe stark tangential gestreckter Zellen.

V. Nährschicht aus 6 bis 10 Reihen obliterirtem Parenchym.

Auch die untersuchten ***Euphorbiaceae*** zeigten Palissaden- und Nährschicht.

Euphorbia Lathyris L.

I. Epidermis aus isodiametrischen, grossen dünnwandigen Zellen, schwach cuticularisirt.

II. 2 bis 3 Reihen tangential gestrecktes, obliterirtes Parenchym. In dieser Schicht verläuft das Gefässbündel der Raphe.

III. Einzellreihige Schicht rechteckiger, etwas tangential gestreckter stark verdickter Zellen.

IV. Palissadenschicht, gelbbraun bis schwärzlich, mit Kalkoxalateinlagerungen.

V. Nährschicht, obliterirt, zuweilen noch Kalkoxalat enthaltend.

Ricinus communis L.

I. Epidermis isodiametrischer, starkwandiger getüpfelter Zellen stellenweise mit Pigmenten.

II. 6 bis 10 Reihen Parenchym.

III. Parallelepipodische, radial gestellte Zellen.

IV. Palissadenschicht.

V. Obliterirtes Parenchym, aus 20 bis 40 Reihen bestehend, mit farblosen Wandungen.

Im jugendlichen Zustande enthalten alle Zellen der Nährschicht reichlich Stärke.

In der Familie der ***Tropaeolaceae*** werden zwei Nährschichten angetroffen.

Tropaeolum majus L.

Hier besteht die reife Samenschale aus folgenden Schichten:

I. Epidermis unregelmässiger Zellen.

II. Nährschicht collabirten Gewebes mit farblosen Wandungen.

III. 3 bis 4 Reihen unregelmässiger, mässig verdickter, theilweise mit mit röthlich-braunem Schleim-Inhalt erfüllter Parenchymzellen.

IV. Nährschicht, obliterirt, in engem Zusammenhang mit dem starkwandigen, getüpfelten, Eiweiss- und Stärke-erfüllten Parenchym stehend.

Im halbreifen Zustande finden sich grosse Stärkekörner, von 2,7 bis 12 μ Durchmesser im äusseren, obliterirenden, zu dieser Zeit aber noch turgescenten Gewebe. Das innere Gewebe ist obliterirt, das mittlere, nicht obliterirende, noch dünnwandig, mit körniger Substanz erfüllt, die sich mit Jod bräunt. In sehr frühem Zustande ist die innerste Schicht mit feinkörniger Stärke (höchstens 2,5 μ gross) erfüllt. Dieses Stadium liegt um ein Geringes nach dem Befruchtungsvorgange.

Aus der Familie der ***Sapindaceae*** gelangte zur Untersuchung:

Aesculus Hippocastanum L.

I. Epidermis, auf dem Querschnitt fast rechteckiger, radial gestreckter Zellen von brauner Farbe, mässig cuticularisirt.

II. 20 bis 80 Reihen starkwandiges Parenchym, inhaltslos, mit Intercellularen.

III. Nährschicht, 2 bis 8 Reihen stark, obliterirt.

In der Familie der ***Aceraceae*** werden Schleimepidermen angetroffen.

Acer campestre L.

I. Epidermis tangentialer, Schleim-erfüllter ausgebauchter Zellen mit gewellten Querwänden.

II. Nährschicht aus 4 bis 6 Reihen Parenchym, obliterirt.

Acer platanoïdes L.

Die Verhältnisse sind dieselben, nur ist die Nährschicht um einige Zellreihen mächtiger.

Von ***Celastraceae*** wurde untersucht:

Evonymus Europaeus L.

Der Same ist von einem hochgelben Arillus umgeben, dessen Zellen fettes Oel enthalten. Die Schichten der Samenschale sind folgende:

I. Epidermis sehr grosser, tangential gestreckter, nach innen und aussen bauchig ausgewölbter Zellen.

II. Nährschicht obliterirt, mehrere Zellreihen stark.

III. Palissadenschicht mit reich getüpfelten Wandungen.

Im halbreifen Zustande sind in der Nährschicht reichlich kleine Stärkekörner von kaum 1 μ Durchmesser enthalten.

Aus der Familie der ***Violaceae*** wurde untersucht:

Viola silvatica Fr.

Die Samenschale besteht aus:

I. Epidermiszellen, auf dem Querschnitt rechteckig.

II. Kalkoxalatcrystallführende Schicht.

III. Prismenschicht, Lumina beiderseits zugespitzt, Membran getüpfelt.

IV. Langgestreckte, zartwandige, beiderseits gebauchte Zellen.

V. Nährschicht aus einer Reihe isodiametrischem zartwandigem Parenchym.

Stärke ist im jugendlichen Zustande nicht vorhanden.

Von ***Resedaceae*** beschreibe ich die Samenschale von

Reseda odorata L.

I. Tangential gestreckte Epidermiszellen mit verdickter, gewellter Aussenwand.

II. Eine oder mehrere Reihen tangential gestreckter dünnwandiger Parenchymzellen mit körnigem Inhalt und tafelförmigen Crystallen oxalsauren Kalkes.

III. Sclereïdenreihe, Zellen auf dem Querschnitt rechteckig erscheinend, getüpfelt. Diese Zellen sind gruppenweise stärker und bilden die Ursache der welligen Oberfläche des Samens.

IV. Nährschicht obliterirt, aus zwei Reihen bestehend.

Grosse Uebereinstimmung in den einzelnen Schichten zeigen die Samenschalen der ***Cruciferae.***

Alliaria hederacea Andr.

Die Samenschale des reifen Samens besteht aus folgenden Schichten:

I. Epidermis total eingeschrumpfter, pflanzenschleimfreier Zellen, welche körnige Massen (vermuthlich Magnesiumphosphat)[1]) einschliessen.

II. Ein- bis zweireihige Schicht, mit weitem Lumen, dünnen, gebräunten Wandungen, mit Intercellularen, inhaltslos. Die Zellen sind in regelmässigen Abständen vorgewölbt und bilden dadurch die längsrippig anastomosirenden Oberflächenzeichnungen der Samen.

III. Nährschicht, obliterirt.

IV. Pigmentschicht aus tangential gestreckten Zellen bestehend.

An diese schliesst sich die einzellreihige Aleuronschicht mit einem stark collabirten Reste von Endosperm an.

Im unreifen Samen enthalten die äusseren Schichten reichlich Stärkekörner von 3 bis 6 μ Grösse. Alle Zellen bleiben lange turgescent und fallen erst in der Vollreife, nach dem Verschwinden aller Stärkekörner zusammen.

Brassica nigra Koch.

I. Epidermis von Schleimzellen.

II. Grosse, mässig starkwandige, nach innen gewölbte Zellen.

III. Radial gestreckte und je nach der Lage zu den Wölbungen der äusseren Schicht verschieden lange Palissadenzellen, deren innere Wände ganz, die seitlichen bis zur Hälfte verdickt sind.

IV. Pigmentschicht einreihig, stellenweise zweireihig.

V. Nährschicht obliterirt, braunwandig, einige Reihen umfassend.

Brassica oleracea L. (Schröder, Sempolowski).

I. Epidermis tafelförmiger Schleimzellen.

II. Nährschicht obliterirt, mit gelblichen Wandungen.

III. Braunwandige, innen und seitlich stark verdickte, radial gestellte Palissadenzellen.

IV. Nährschicht obliterirt 4 bis 7 Reihen stark.

V. Pigmentschicht ein- bis zweireihig.

Sinapis alba L.

Die reife Samenschale besteht aus folgenden Schichten:

I. Schleimepidermis.

II. Eine ein- bis dreireihige subepidermoïdale Nährschicht.

III. Eine nicht continuirliche Reihe grosser starkwandiger tangential gestreckter, nach innen ausgebauchter Zellen.

---

1) Mit conc. Schwefelsäure keine Gypsnadeln liefernd, beim Glühen eine weisse, in Salzsäure lösliche Asche hinterlassend.

IV. Sclereïdenschicht mit nur innen und seitlich verdickten Wandungen.

V. Pigmentschicht.

VI. Nährschicht obliterirt 6 bis 8 Reihen stark.

Im halbreifen Zustande enthält die Epidermis und die darunter liegende Schicht reichlich grosse (bis 22 μ) Stärkekörner. Die Prismenschicht ist frei von Stärke, die Nährschicht dicht mit feinkörniger Stärke erfüllt.

Cochlearia officinalis L.

I. Rundliche, hervorgewölbte schleimfreie Epidermiszellen, an der Aussenseite verdickt. Wand mit radiärer Streifung.

II. Einreihige obliterirte subepidermoïdale Nährschicht.

III. Grosse kubische braunwandige Zellen.

IV. Mehrreihige obliterirte Nährschicht mit schwarzbraunen Wandungen.

Isatis tinctoria L.

I. Epidermis zusammengedrückter Zellen mit spaltenförmigen Lumina, und mässig verdickten Wandungen, schleimfrei.

II. Eine Reihe grosser dünnwandiger Parenchymzellen.

III. Eine Reihe tangential gestreckter Zellen.

IV. Obliterirte Nährschicht 4 bis 5 reihig.

Lepidium sativum L. (Caspari, Hofmeister).

I. Epidermis eingeschrumpfter Schleimzellen mit Verdickungsleisten.

II. Obliterirte Nährschicht.

III. Bräunliche, fast kubische Zellen, deren innere und seitliche Wandungen stark verdickt sind.

IV. Eine Lage tangential gestreckter Parenchymzellen.

Camelina sativa Crantz.

I. Eingeschrumpfte farblose Schleimepidermis.

II. Tangential gestreckte innerseits und seitlich verdickte regelmässige Zellen in einfacher Reihe.

III. Nährschicht, obliterirt 2 bis 4 reihig.

Einfacher gebaut ist die Samenschale in der nahe verwanten Familie der ***Fumariaceae.***

Corydalis glauca Pers.

Die Samenschale besteht aus folgenden Schichten:

I. Einreihige Epidermis nach aussen stark verdickter Zellen mit engen verzweigten Tüpfeln in der Wandung.

II. Mehrreihige Nährschicht, obliterirt.

In der unreifen Samenschale besteht die Nährschicht aus 3 bis 4 Reihen parenchymatischen Gewebes. Die Verdickung der Epidermiszellen findet sehr frühzeitig statt und dem entsprechend enthält die Nährschicht nur in sehr frühem Stadium Stärke (Körner 2—3 μ).

Die untersuchten ***Papaveraceae*** sind im Bau der Samenschale sehr verschieden.

Chelidonium majus L.

Die Samenschale besteht aus folgenden Schichten:

I. Epidermis, stark cuticularisirt, deren Zellen nach innen ausgebaucht und zartwandig nach aussen sehr stark verdickt sind.

II. Vereinzelte starkwandige, isodiametrische Parenchymzellen.

III. Einreihige Schicht dünnnwandiger Parenchymzellen mit Einschlüssen tetragonaler Kalkoxalatcrystallformen.

IV. Obliterirte Nährschicht, mehrreihig.

V. Eine Reihe radial gestellter Palissadenzellen, deren radiale Wandungen durch Druck meist völlig verbogen sind.

VI. Zweite obliterirte Nährschicht, deren Lumina weniger gestreckte Form besitzen, als die der äusseren.

Im halbreifen Zustande sind die Nährschichten dicht mit 1,5 bis 2 μ grossen Stärkekörnern erfüllt.

Papaver somniferum L.

I. Epidermis grosser, auf dem Querschnitt stark tangential gestreckter Zellen mit körnigem Inhalt. Die Aussenwände sind verdickt, aber nach einwärts gebogen, so dass die gleichfalls verdickten Seitenwandungen auf der Fläche netzige Erhöhungen bilden.

II. Prosenchymatische Elemente mit kleinem, auf dem Querschnitt quadratischem Lumen.

III. Pigmentschicht tangential gestreckter Parenchymzellen mit farblosem oder bräunlichem Inhalt (je nach der Varietät).

IV. Obliterirte Nährschicht 2 bis 6 Reihen stark.

Die Samenschalen der ***Ranunculaceae*** sind sehr verschieden gebaut. Theilweise fehlen hier Hart- und Nährschicht und die Gattungen Ranunculus und Delphinium gehören deshalb unter Typus III.

Nigella pygmaea L.

I. Epidermis papillenartig ausgestülpter starkwandiger brauner Zellen.

II. Nährschicht aus 3 bis 4 Reihen nur schwach obliterirtem Parenchym.

III. Einreihige Pigmentschicht tangential gestreckter tafelförmiger Zellen.

IV. Eine Reihe auf dem Querschnitt quadratischer, nicht starkwandiger Zellen mit geknickten Radialwänden.

In der Nährschicht ist im jugendlichen Zustande Stärke reichlich, bis zur fast völligen Verdrängung des Plasma vorhanden.

Paeonia officinalis L.

I. Stark cuticularisirte, mit braunem Inhalt erfüllte Epidermis radial gestreckter Zellen mit dünnen, durch Einschrumpfen geknickten Wandungen.

II. Prismenschicht stark verdickter, radial gestellter Zellen mit Kalkoxalatcrystallen.

III. Nährschicht aus netzig verdickten Parenchymzellen mit getüpfelten Wandungen.

Die Nährschicht enthält im jugendlichen Zustande reichlich Stärke.

Aus der Familie der ***Magnoliaceae*** wurde untersucht:

Illicium verum Hooker.

Die zerbrechliche, braunglänzende Samenschale setzt sich aus folgenden zwei Schichten zusammen:

I. Sclereïdenschicht, mässig cuticularisirt.

II. Nährschicht aus mehreren Reihen obliterirtem Parenchym typischer Form.

Von ***Berberideae*** untersuchte ich den Bau der Samenschale von *Berberis vulgaris L.* (Fig. 10. 11).

I. Stark cuticularisirte Palissadenschicht mit weiten Lumina.

II. Eine Reihe Parenchymzellen, welche durch Verschleimung der Membrane nur ein spaltenförmiges Lumen haben.

III. Aeussere Nährschicht aus 3 bis 4 Reihen obliterirten Parenchymzellen.

IV. Einreihige Trägerzellschicht, stark verdickt mit weiten Intercellularen.

V. Mehrreihige obliterirte Nährschicht mit braungelben Wandungen.

VI. Mehrreihige obliterirte Nährschicht mit farblosen Wandungen.

Im halbreifen Zustande zeigen die äusseren Parthien wenig Auffallendes. Die Wandungen der Trägerzellen sind nur erst mässig verdickt und ungefärbt. Die äussere Nährschicht ist schon stark obliterirt. Die beiden inneren bestehen noch aus isodiametrischen dünnwandigen Parenchymzellen, dicht mit körnigem Inhalt erfüllt. Derselbe färbt sich mit Jod grünlich gelb, mit Eisenchlorid nicht, und desgleichen nicht mit Chlorzinkjod. Stärke wird auch in jüngsten Stadien nicht angetroffen.

Aus der Familie der ***Nymphaeaceae*** gehört die Gattung Nuphar dem Typus III an. Zu Typus I dagegen gehört:

Victoria regia Lindl. (Fig. 12. 13.)

Die Schichten der Samenschale sind folgende:

I. Palissadenschicht von Sclereïden, welche durchschnittlich nur doppelt so lang als breit sind, oder diese Länge noch nicht erreichen; zuweilen tonnenförmig nach beiden Seiten ausgebaucht, mit zahlreichen, gewundenen Tüpfeln.

II. 1 bis 3 Reihen parenchymatische, tangential gestreckte Zellen, deren Wandungen relativ dünn sind und dunkel gefärbt erscheinen.

III. Mächtige obliterirte Nährschicht mit hellen Wandungen; die Lumina verlaufen unregelmässig.

IV. Pigmentschicht, einreihig.

Aus der Familie der ***Betulaceae*** untersuchte ich:

Alnus glutinosa Gärtn.

I. Kleinzellige, mässig starkwandige Epidermis.

II. Braunwandige, nur mässig obliterirte Nährschicht, an den Breitseiten ein- bis wenigreihig, an den Flügeln mächtig.

III. Mehrreihige Sclereïdenschicht.

IV. Sternparenchym mit farblosen getüpfelten Wandungen.

Aus der Familie der ***Ericaceae*** gelangte zur Untersuchung:

Gaultheria procumbens L.

I. Palissadenschicht starkwandiger, netzig getüpfelter, auf dem Querschnitt viereckiger, oft radial gestellter Zellen.

II. Nährschicht aus verdicktem, nicht obliterirendem Parenchym.

Beide Schichten sind in dieser Form schon in sehr jungen Stadien ausgebildet.

Bereits vielfach untersucht ist die Familie der ***Cucurbitaceae.*** Ich untersuchte zwei Arten.

Cucurbita Pepo L.

Den Bau der reifen Samenschale fand ich übereinstimmend mit Harz und Fickel sowie im Allgemeinen auch mit v. Hoehnel wie folgt:

I. Epidermis von Palissadenzellen, an den Flügeln verkürzt. Zellen netzig getüpfelt (porös verdickt), auf dem Querschnitt isodiametrisch. Poren spaltenförmig. Nach Ausbildung der *o*-Zellen wird im Lumen der Palissadenzellen kleinkörnige Stärke angetroffen.

II. Dünnwandiges parenchymatisches netzig getüpfeltes Gewebe, an den Längsseiten etwa 4 bis 5 Zellreihen stark, an den Flügeln bis doppelt so mächtig.

III. Brachysclereïden, auf dem Querschnitt von *o*-förmiger Gestalt, getüpfelt, an den Rändern einreihig, an den Flügeln bis dreireihig.

IV. Netzig getüpfelte Parenchymzellen mit Intercellularräumen.

V. Obliterirte Nährschicht typischer Form.

In einem Samen, welcher die Hälfte der Grösse des reifen Samens erreicht hat, finden sich kleine Stärkekörner von 2 bis 3 μ in der Nährschicht sowohl wie in der Palissadenschicht.

Cyclanthera explodens Schrad.

I. Epidermis mit braunem Pigment erfüllt.

II. Verzweigtes Parenchym mit stellenweise getüpfelten Wandungen, an der Breitseite etwa 3 Zellreihen, an den Flügeln bis 10 Reihen stark, die Masse des Flügels bildend, nirgends obliterirt.

III. *o*-Zellen, schmäler als bei Cucurbita Pepo.

IV. Sternparenchym, an den Kanten gestreckt, wenige Zellreihen umfassend, Gefässbündel führend.

V. Obliterirte Nährschicht.

Die Nährschicht enthält im jugendlichen Zustande reichlich feinkörnige Stärke.

Aus der Familie der ***Campanulaceae*** untersuchte ich:

Campanula persicifolia L.

I. Stark cuticularisirte Epidermis aus Palissadenzellen mit hammerförmigem Lumen, weil die Seitenwandungen nur in der Mitte verdickt sind, und bräunlichem Inhalt.

II. Obliterirte Nährschicht.

Die Nährschicht enthält nur in sehr frühem Stadium feinkörnige Stärke.

Aus der Familie der ***Caprifoliaceae*** gehört *Sambucus* zu Typus II. Hierher dagegen gehört:

Symphoricarpus racemosus Pursh.

Die Samenschale geht hier direct in das Endocarp über. Die Schichten der Samenschale sind folgende:

I. Sclereïden, welche auf dem Querschnitt langgestreckt und beiderseits zugespitzt erscheinen. Auf dem Längsschnitt sind sie fast isodiametrisch.

II. Eine einreihige Schicht Sclereïden von besonderer Grösse, auf dem Querschnitt isodiametrisch.

III. Eine einzellreihige Parenchymschicht.

IV. Mehrreihige, obliterirte Nährschicht.

Die Verdickungen der Sclereïdenwandungen finden sehr früh statt.

Von ***Asclepiadeae*** gelangten zur Untersuchung:

Vincetoxicum purpurascens Mönch.

I. Mässig starkwandige Epidermis.

II. Mehrreihige obliterirte Nährschicht.

In jungen Stadien enthält die Nährschicht reichlich Stärke.

Asclepias Syriaca L.

I. Fast isodiametrische Epidermiszellen mit verdickter Aussenwand und punktförmigen Erhöhungen auf der Mitte jeder Zelle.

II. 8 bis 16reihige Nährschicht, an den Breitseiten obliterirt, an den Flügeln turgescent geblieben.

Von ***Strychnaceae*** kommt in Betracht die Samenschale von:

Strychnos Nux vomica L.

Sie besteht nur aus zwei Schichten:

I. Epidermis mit charakteristischen Trichomen, an der Basis stark verdickt.

II. Nährschicht, aus 3 bis 6 Reihen obliterirtem Parenchym bestehend, am Nabel stärker entwickelt, und theilweise nicht obliterirt.

Von ***Plantagineae*** untersuchte ich nur:

Plantago major L.

I. Epidermis eingeschrumpfter Schleimzellen, aufgequollen quadratisch bis schwach rechteckig.

II. Obliterirte Nährschicht, 6 bis 8 Reihen stark.

III. Eine Reihe mässig verdickter, isodiametrischer oder länglich abgerundeter Parenchymzellen mit bräunlichem Inhalt.

Aus der Familie der ***Labiatae*** seien folgende Samenschalen beschrieben:

Salvia officinalis L.

I. Epidermis bogenförmig nach innen gewölbter Zellen, deren innere Seite völlig verdickt ist, während die äussere zart geblieben und fein cuticularisirt ist.

II. Mehrreihige obliterirte Nährschicht.

III. Parallelepipedische, ausgebauchte, starkwandige Zellen.

Scutellaria lupulina L.

weist mit wenig Veränderungen dieselben Verhältnisse auf.

Die Samenschalen der aus der Familie der ***Solanaceae*** untersuchten Pflanzen stimmen darin überein, dass sie sämmtlich aus zwei Schichten bestehen, deren innerste die Nährschicht ist. Die Zellen derselben sind von durchweg typischer Form und enthalten vorübergehend reichlich feinkörnige Stärke. Die Epidermiszellen zeigen grösstentheils ausserordentlich starke, unförmliche, schichtenweise Verdickungen der Innen- und Seitenwandungen, letzterer oft nur partiell, während die scharf cuticularisirte Aussenmembran unverdickt bleibt.

Lycopersicum esculentum Tournef. (Fig. 14. 15.)

I. Epidermis von Palissadenzellen, welche mit wellig gebogenen Wänden ineinander greifen. Sie sind nur an der Basis verdickt und etwa in der Hälfte ihrer Länge knieförmig nach der Spitze des Ovulum hingebogen. In den äusseren Conturen sind sie mit dem Fruchtfleisch verwachsen [1]).

II. Obliterirte Nährschicht, aus 10 bis 15 Reihen bestehend.

In der Jugend enthält die Nährschicht reichlich fettes Oel und feinkörnige Stärke.

Hyoscyamus niger L.

I. Epidermis von Sclereïden mit unverdickter Aussenwand und körnigem Inhalt.

II. Nährschicht aus 3 bis 5 Reihen obliterirtem braunwandigem Parenchym.

---

1) Diese Epidermiszellen mit deutlicher Intercellularsubstanz sind von Lohde und Harz für Haare angesehen worden.

Capsicum longum DC.

I. Epidermis von Sclereïden mit unverdickter Aussenwand.

II. Nährschicht aus 6 bis 8 Reihen obliterirtem Parenchym.

Datura Stramonium L.

I. Epidermis von Sclereïden mit partiellen bauchigen Seitenwandverdickungen.

II. Obliterirte Nährschicht.

Solanum tuberosum L.

I. Epidermis von Sclereïden, ähnlich denen von Capsicum.

II. Nährschicht von 8 bis 12 Reihen an den Kanten theilweise nicht obliterirtem Parenchym.

Die untersuchten ***Convolvulaceae*** zeigen Palissadenzellreihe und Nährschicht.

Convolvulus arvensis L.

I. Epidermis aus kubischen bis säulenförmigen Palissaden-Sclereïden, mässig verdickt, gruppenweise stark verlängert und Warzen bildend. Wandungen farblos, Inhalt tiefroth- bis schwarzbraun.

II. Einreihige Schicht, auf dem Querschnitt kubischer, in der Richtung des Samens langgestreckter Zellen.

III. Palissadenschicht.

IV. Nährschicht, 8 bis 12 Reihen stark, obliterirt.

Ipomoea Sibirica H.

I. Epidermis von Palissadenzellen.

II. Palissadenschicht mit Lichtlinie.

III. Obliterirte Nährschicht.

Im halbreifen Zustande strotzt die Nährschicht von Stärkekörnern, deren Grösse bis 21 μ beträgt.

Die Familie der ***Cuscuteae*** zeichnet sich durch die Schleimepidermis aus, sowie durch das Auftreten grosser Stärkekörner in den Epidermiszellen.

Cuscuta epithymum L.

I. Schwach cuticularisirte rundliche Schleimepidermiszellen mit bräunlichen Wandungen.

II. Hellbraunwandige längere und kürzere, theils kubische, theils prismatische mässig verdickte Palissadenzellen.

III. Palissadenschicht von Makrosclereïden mit nur spaltenförmigem Lumen.

IV. Obliterirte Nährschicht, 2 bis 6 Zellreihen mächtig, mit blassgelblichen Wandungen.

Von Monocotylenfamilien wurden folgende untersucht: ***Irideae.***

Crocus sativus All.

I. Epidermis papillenartig ausgestülpter, mässig verdickter, bräunlicher Zellen mit körnigem Inhalt.

II. Obliterirte Nährschicht mit bräunlichen Wandungen.
III. Grosse, radial gestreckte, dünnwandige Parenchymzellen.
IV. Obliterirte Nährschicht, mit hellen Wandungen.

Smilaceae.

Asparagus officinalis L.

I. Grosszellige Epidermis, aussen und seitlich verdickt, mit braunem, körnigem Inhalt.
II. Obliterirte Nährschicht, 8 bis 12 Reihen.

Colchicaceae.

Veratrum nigrum L.

I. Epidermis starkwandiger, beiderseits ausgebauchter, tangential gestreckter, netzig getüpfelter Zellen.
II. Obliterirte Nährschicht mit braunen geschrumpften Zellwandungen.
Im halbreifen Zustande sind beide Schichten dicht mit 2 bis 5 μ grossen, zuweilen zusammengesetzten Stärkekörnern erfüllt.

Veratrum Sabadilla L.

zeigt durchaus dieselben Verhältnisse.

Colchicum autumnale L.

weicht gleichfalls im Bau der Samenschale nicht von der eben geschilderten Form ab.

Scitamineae.

Elettaria Cardamomum White.

I. Epidermis prosenchymatischer Schlauchzellen.
II. Querzellenschicht.
III. Einzellreihige, nicht obliterirte Nährschicht, ölführend.
IV. Sclereïdenschicht, deren Wandungen nach innen ausserordentlich stark und in geringem Maasse auch seitlich verdickt sind.

Gramineae.

Triticum vulgare L.

Die im reifen Zustande mit der Fruchtschale verwachsene Samenschale besteht aus zwei Schichten:

I. Zwei Reihen obliterirtes, zartwandiges Parenchym.
II. Eine Reihe ebenfalls stark zusammengedrückter Parenchymzellen, welche beim Erwärmen mit Wasser oder verdünnter Kalihydratlösung in radialer Richtung um das Zwölffache aufquellen und dann deutliche Schichtung der Membran zeigen. Die Lumina stossen mit ihren zugespitzten Enden dagegen in tangentialer Richtung so dicht aneinander, dass sie nur von der primären Membran getrennt erscheinen.

Im halbreifen Zustande, und theilweise schon zur Zeit der Befruchtung, enthält die zweite Schicht Stärkekörner.

Typus II.

Vorhandensein einer Nährschicht, aber keiner Hart- oder Schleimschichten.

Poteriaceae.

Poterium Sanguisorba L.

I. Epidermis dünnwandiger brauner, sehr langgestreckter Zellen mit feinkörnigem Inhalt.

II. Obliterire Nährschicht, aus 3 bis 4 Reihen bestehend, mit dem Gefässbündel der Raphe.

Sanguisorba officinalis L.

I. Schwach cuticularisirte Epidermis grosser zartwandiger, nach aussen ausgebauchter Zellen.

II. Obliterirte Nährschicht, aus 2 bis 4 Reihen bestehend.

Rosaceae.

Rosa canina L.

I. Epidermis zartwandiger unregelmässiger Zellen von sehr verschiedener Grösse.

II. Obliterirte Nährschicht.

Lauraceae.

Laurus nobilis L.

Die dünne Samenschale, welche an den Sclereïdenring der Frucht angrenzt und mit dieser fast verwachsen ist, besteht nur aus dem wenigreihigen, völlig obliterirten Parenchym, in welchem die Gefässbündel verlaufen.

Cannabineae.

Cannabis sativa L.

I. Kleinzellige Epidermis.

II. Obliterirte Nährschicht, aus 6 bis 12 Zellreihen bestehend, welche von aussen nach innen an Grösse abnehmen und Chlorophyllreste noch im reifen Zustande enthalten.

Humulus Lupulus L.

I. Epidermis tangential gestreckter Zellen.

II. Wie bei Cannabis.

Dipsaceae.

Scabiosa monspeliensis H.

I. Grosszellige dünnwandige, stark gedrückte Epidermis.

II. Obliterirte Nährschicht.

Compositae.

Achillea Millefolium L.

I. Epidermis rothbrauner, stark gedrückter Zellen.

II. Einreihige Nährschicht, obliterirt Lumina spaltenförmig.

Matricaria Chamomilla L. ebenso.

Taraxacum officinale Wigg. ebenso.

Scorzonera Hispanica L.

I. Epidermis langgestreckter Zellen.

II. 3 bis 6 Reihen gestreckter oder kurzer, netzig getüpfelter Parenchymzellen mit Intercellularen.

Helianthus annuus L.

I. Epidermis mässig verdickter, tafelförmiger, nach innen verschmälerter Zellen, Intercellularräume bildend.

II. 3 bis 5 Reihen plasmagefüllter, unregelmässiger, aber durchweg radial verkürzter Parenchymzellen.

III. 8 bis 16 reihige obliterirte Nährschicht.

Cichorium Intybus L.

I. Epidermis farbloser, netzig verdickter Zellen.

II. 10 bis 15 Reihen obliterirte Nährschicht.

Carthamus tinctorius L.

I. Epidermis schiefer, starkwandiger, gelblicher getüpfelter palissadenörmiger Zellen.

II. Getüpfeltes, inhaltsfreies Parenchym.

III. Mächtige obliterirte Nährschicht.

Calendula officinalis L.

I. Epidermis zartwandiger kleiner, etwas gestreckter Zellen.

II. 2 bis 5 Reihen grosser Parenchymzellen mit Intercellularen.

III. 6 bis 10 reihige obliterirte Nährschicht mit blassgelblichen Wandungen.

Die Entwickelungsgeschichte der Samenschale ist bei allen untersuchten Compositen dieselbe. Schon in sehr jugendlichem Zustande, wo die Zellen der zweiten Schicht noch deutliche Zellkerne zeigen, ist die Nährschicht in ihren innersten Reihen bereits gänzlich von Inhalt entleert. Stärke wird in keiner Schicht und in keinem Stadium des Reifungsprocesses angetroffen.

Caprifoliaceae.

Sambucus nigra L.

I. Epidermis tangential gestreckter Zellen, beiderseits ausgebaucht, mit zarten Wandungen und braunem Inhalt, welcher sich mit Schwefelsäure kirschroth färbt.

II. Eine bis zur Unkenntlichkeit obliterirte Nährschicht.

Im halbreifen Zustande ist die subepidermoïdale Schicht bereits plasmaleer. Stärke tritt im Laufe der Entwicklung nicht auf.

Scrofulariaceae.

Verbascum thapsiforme Schrad.

I. Epidermis längsverlaufender Prosenchymzellen.

II. Mehrreihige obliterirte Nährschicht.

Rhinanthus minor Ehrh.

I. Grosse tangential gestreckte Epidermiszellen, dünnwandig, schwach ausgewölbt, mässig cuticularisirt.

II. 2 bis 6 reihige obliterirte Nährschicht.

Typus III.

Anstatt der Nährschicht ist ein nicht obliterirendes Parenchym vorhanden.

Dryadeae.

Rubus Caesius L.

I. Epidermis brauner zartwandiger Zellen von prismatischer Gestalt.

II. Nicht obliterirendes mehrreihiges Parenchym.

III. Einreihige Schicht, auf dem Querschnitte kubischer, zartwandiger Zellen.

Ranunculaceae.

Ranunculus arvensis L.

I. Dünnwandige Epidermis.

II. Nicht obliterirtes Parenchym.

III. Pigmentschicht tafelförmiger Zellen mit verdickten Innenwänden und röthlichem Inhalt.

Delphinium exaltatum L. (Fig. 16).

I. Zartwandige Epidermis.

II. 4 bis 7 Reihen parenchymatisches Gewebe.

III. Eine Reihe fast isodiametrischer, beiderseits ausgebauchter Zellen.

Im jugendlichen Zustande sind alle Elemente mit 2 bis 6 μ grossen Stärkekörnern erfüllt.

Delphinium Staphisagria L.

I. Epidermis grosser isodiametrischer oder radial gestreckter Zellen mit braunen, deutlich schichtenweise verdickten Wandungen und bräunlichem Inhalt.

II. Nicht obliterirtes Parenchym.

III. Pigmentschicht radial gestreckter Zellen mit körnigem Inhalt und verdickter Innenwand.

Das Parenchym enthält im jugendlichen Zustande Stärke.

Nuphar luteum Smith.

I. Zartwandige Epidermis.

II. 4 bis 5 Reihen nicht obliterirendes Parenchym.

Im jugendlichen Zustande enthält das Parenchym vorübergehenp Crystalle oxalsauren Kalkes.

Cupuliferae.

Quercus Robur L.

I. Epidermis grosser dünnwandiger isodiametrischer Zellen.

II. 10 bis 14 Reihen zartwandiges, nicht obliterirtes Parenchym.

Castanea vesca L.

I. Epidermis grosser dünnwandiger isodiametrischer Zellen.

II. 25 bis 36 Reihen nicht obliterirtes, zartwandiges Parenchym mit bräunlichem Inhalt, Intercellularräume bildend. Zellen nach innen an Grösse abnehmend.

Fagus silvatica L.

I. Epidermis grosser, mässig dickwandiger Zellen mit braunem Inhalt.

II. 6 bis 8 Reihen inhaltsfreier, etwas gedrückter aber nicht obliterirter Parenchymzellen mit Intercellularräumen; gefässbündelführende Schicht.

III. Ein bis zweireihige Schicht tangential gestreckter Zellen.

Coryleae.

Corylus Avellana L.

I. Epidermis dünnwandiger isodiametrischer Zellen.

II. 3 bis 5 Reihen dünnwandiges Parenchym mit Intercellularräumen.

III. 8 bis 10 Reihen Parenchym.

Orobancheae.

Bei den den Orobanche-Arten besteht die Samenschale, wie schon L. Koch mitgetheilt, aus nur einer einzigen Schicht gewölbter tafelförmiger Zellen mit dünner, leicht zerreissender Aussenwand und porös verdickten, dunkelbraunen Radial- und Innenwänden.

Borragineae.

Borrago officinalis L.

Hier vertritt nur eine einzellreihige Schicht tangential gestreckter Zellen mit mässig verdickten, stark lichtbrechenden Wandungen die Samenschale.

Palmae.

Cocos nucifera L.

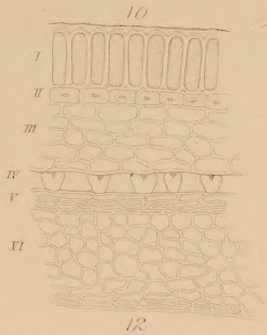
Hier steht die Oberhaut der Samenschale in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Endocarp. Unter der Oberhaut der Samenschale befindet sich eine ca. 20 Zellreihen starke Schicht tangential gestreckter weisser, netzig getüpfelter Parenchymzellen und unter dieser eine aus etwa ebenso vielen Reihen isodiametrischer hellwandiger Parenchymzellen, welche mit röthlich braunem Inhalt erfüllt sind.

Die der vorstehenden Arbeit zu Grunde liegenden Untersuchungen führte ich im Wintersemester 1889/90 im pflanzenphysiologischen Institut der Königl. Landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin aus. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Tschirch, welcher von Beginn meiner Studienzeit im Jahre 1886 an alle meine Arbeiten in liebevollster Weise unterstützt hatte, verdanke ich nicht nur den Hinweis auf das vorliegende Thema, sondern auch mannigfache Rathschläge und freundliche Anleitung bei Ausführung derselben. Meinem wärmsten Danke an dieser Stelle Ausdruck zu geben, ist mir eine angenehme Pflicht.

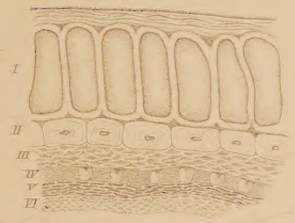
W.A Meyn lith

9

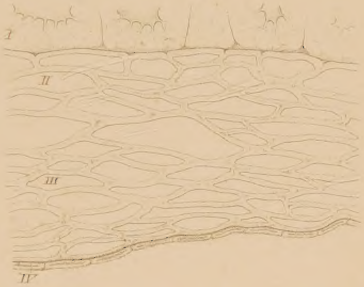
10



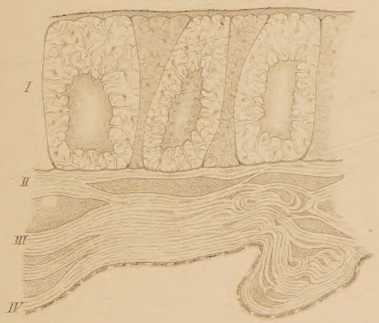
11



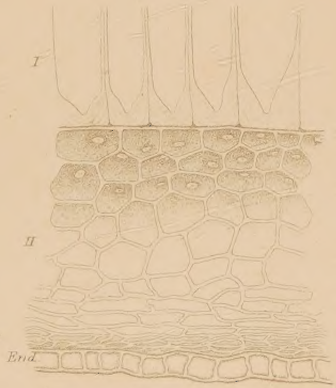
12



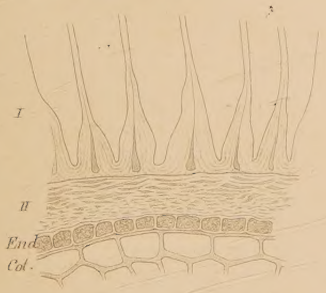
13



14



15



16

J. Holfert del.

W.A.Mein lith.